

L'incubatrice, *continuum* della vita intrauterina

Implicazioni neuroscientifiche per lo sviluppo sensoriale e cognitivo del neonato prematuro

Rosa d'Alessandro, studentessa del corso di laurea magistrale di scienze infermieristiche ed ostetriche

Francesca Riganti, studentessa del corso di laurea magistrale di scienze infermieristiche ed ostetriche

Ilenia Sibiglio, studentessa del corso di laurea magistrale di scienze infermieristiche ed ostetriche

Abstract: *Finalità e obiettivi.* Il seguente studio si pone come obiettivo quello di valutare il ruolo dell'incubatrice come ambiente terapeutico nel supportare lo sviluppo neurofisiologico dei neonati pretermine, attraverso pratiche assistenziali sensoriali evidence-based, con l'obiettivo di migliorarne gli esiti a lungo termine. *Background.* Negli ultimi anni, il miglioramento delle cure perinatali ha aumentato la sopravvivenza dei neonati estremamente pretermine. Tuttavia, la transizione precoce all'ambiente extrauterino, privo delle condizioni fisiologiche protettive dell'utero, espone a stimoli nocivi e deprivazioni sensoriali che possono compromettere la maturazione neurocognitiva. La letteratura suggerisce che un ambiente strutturato secondo i principi del neurosviluppo, come il NIDCAP e il Family Centered Care, può agire da *continuum* intrauterino, migliorandone significativamente gli esiti evolutivi. *Disegno della ricerca.* È stata condotta una revisione narrativa della letteratura. *Materiali e metodi.* La ricerca è stata condotta su banche dati (PubMed, Scopus, Cochrane Library), selezionando studi in inglese pubblicati tra il 2001 e il 2023, relativi a neonati pretermine (23-37 settimane) ricoverati in terapia intensiva neonatale. Sono state incluse pratiche assistenziali orientate al neurosviluppo e agli effetti dell'ambiente sensoriale sull'adattamento neurovegetativo. *Risultati.* Le cure sensoriali personalizzate, mirate al contenimento (*nesting, gentle touch*), allo *skin-to-skin*, alla protezione dalla luce, all'esposizione a suoni fisiologici e stimoli olfattivo-gustativi materni mostrano benefici significativi: riduzione dello stress, miglioramento della stabilità emodinamica, promozione della neuroplasticità e accelerazione della crescita. L'ambiente dell'incubatrice, se modulato in modo personalizzato, favorisce il ritmo sonno-veglia e l'interazione precoce madre-neonato. *Conclusioni.* L'integrazione di interventi sensoriali mirati all'interno dell'incubatrice configura quest'ultima come un ambiente terapeutico che supporta attivamente la maturazione neurofisiologica del neonato pretermine. Lo studio evidenzia l'importanza del ruolo dell'infermiere neonatale nell'applicazione di tali pratiche e sottolinea la necessità di standardizzare gli interventi per ottimizzare gli outcome neurologici a lungo termine.

Parole chiave: neonati prematuri, incubatrice, sviluppo sensoriale, assistenza infermieristica, TIN.

Abstract: *Aims and Objectives.* This study aims to evaluate the role of the incubator as a therapeutic environment in supporting the neurophysiological development of preterm infants through evidence-based sensory care practices, with the goal of improving long-term outcomes. *Background.* In recent years, advances in perinatal care have significantly increased the survival of extremely preterm infants. However, early transition to the extrauterine environment – devoid of the protective physiological conditions of the womb – exposes infants to harmful stimuli and sensory deprivation that can compromise neurocognitive maturation. Literature suggests that a developmentally structured environment, following models such as NIDCAP (Newborn Individualized Developmental Care and Assessment Program) and Family Centered Care, can function as an intrauterine “continuum”, significantly improving developmental outcomes. *Study Design.* A narrative literature review was conducted. *Materials and Methods.* The literature search was performed using databases such as PubMed, Scopus, and Cochrane Library, selecting English-language studies published between 2001 and 2023. Included studies focused on preterm infants (23-37 weeks of gestation) admitted to neonatal intensive care units and explored neurodevelopmental-oriented care practices and the impact of the sensory environment on neurovegetative adaptation. *Results.* Personalized sensory care interventions – such as containment (*nesting, gentle touch*), skin-to-skin contact, protection from bright light, and exposure to physiological sounds and maternal olfactory-gustatory stimuli – demonstrated significant benefits: stress reduction, improved hemodynamic stability, enhanced neuroplasticity, and accelerated growth. When properly modulated, the incubator environment supports circadian rhythm regulation and early mother-infant interaction. *Conclusions.* Integrating targeted sensory interventions within the incubator configures it as a therapeutic environment that actively supports the neurophysiological maturation of preterm infants. The study highlights the critical role of neonatal nurses in implementing such practices and emphasizes the need to standardize interventions to optimize long-term neurological outcomes.

Keywords: Preterm Infants, Incubator, Sensory Development, Nursing Care, NICU.

Introduzione

Il prorompente sviluppo tecnologico e il continuo arricchimento culturale hanno permesso, negli ultimi anni, la sopravvivenza di neonati sempre più prematuri, la cui fragilità biologica ha richiesto frequentemente interventi intensivi mirati al sostegno di funzioni non ancora adeguate a garantirne la sopravvivenza (Colombo *et al.* 2017).

Questo fenomeno determina il ricovero del neonato in terapia intensiva neonatale (TIN), un'esperienza traumatica, stressante non solo per i piccoli guerrieri venuti al mondo, ma anche per i genitori. Questa separazione genitore-neonato compromette i primi processi di genitorialità (Flacking *et al.*, 2012). I neonati separati sperimentano uno stato di agitazione ansiosa quando vengono allontanati dalla presenza materna, che rappresenta per loro l'ambiente biologicamente previsto di calore, nutrimento e sicurezza (Altimier, Phillips, 2018). Questa profonda connessione mamma – figlio in realtà, non si crea alla nascita, ma prima. Già all'interno dell'utero i feti cominciano a sperimentare i cinque sensi ed è fondamentale tutelarne e sostenerne lo sviluppo con gli stimoli appropriati anche dopo il termine della gestazione, al fine di permettere il corretto sviluppo neurovegetativo, ridurre lo stress e la percezione del dolore, migliorare la coordinazione oro-motoria e ridurre l'ospedalizzazione.

Per i neonati prematuri ricoverati nelle TIN, l'adattamento precoce alla vita fuori dall'utero rappresenta una sfida quotidiana in cui gli operatori sono coinvolti attivamente fornendo loro le appropriate conoscenze e strumenti.

Storicamente si pensava che i neonati pretermine non provassero dolore, ma evidenze più recenti dimostrano che essi lo sperimentano in modo più intenso e prolungato rispetto ai neonati a termine, poiché le fibre nervose ascendenti si sviluppano prima delle fibre nervose discendenti inibitorie. La letteratura scientifica degli ultimi decenni ha mostrato che sia feto che neonato sono in grado di percepire, decodificare e memorizzare gli stimoli dolorosi, rispondendo ad essi con una serie di reazioni psico-emotive e comportamentali (Vitale *et al.*, 2021).

Lo stress vissuto dai neonati include le differenze ambientali rispetto all'utero e la separazione dai genitori. Sebbene spesso non sia riconosciuto come doloroso, lo stress associa-

to alle cure quotidiane può avere un impatto negativo sul sistema autonomo immaturo, poiché il neonato pretermine non è in grado di autoregolarsi, determinando cambiamenti cumulativi in risposta allo stress e al dolore e di conseguenza, alterazioni a lungo termine. (Knudsen *et al.*, 2021). Appare dunque essenziale creare contenimento attorno al suo corpo, mantenendo un microclima ideale e un ambiente "rilassante", con pochi rumori e poca luce, evitando approcci bruschi e continuativi, lavorando anche pensando di riunire assieme il maggior numero di pratiche assistenziali (*Minimal Handling*), più o meno dolorose, al fine di lasciare il neonato libero da stimoli per i periodi di tempo il più lunghi possibile. Questo perché il neonato non ha possibilità di razionalizzare ciò che gli sta succedendo e, da un punto di vista endocrino, le situazioni anche non dolorose ma solo stressanti causano una escrezione di sostanze che sempre entrano in gioco durante un episodio di vero dolore. Le sostanze più importanti sono ACTH, endorfine, catecolamine, cortisolo. Questi ormoni sono responsabili di importanti variazioni emodinamiche che si evidenziano attraverso il monitoraggio con tachicardia, tachipnea o disadattamento dal ventilatore, desaturazione, aumento della pressione arteriosa.

L'obiettivo di tale revisione mira a individuare le migliori strategie che l'infermiere e tutto il team multidisciplinare mettono in atto, così da consentire la riproduzione di un ambiente naturale, quale quello dell'utero, in un ambiente artificiale, quale quello dell'incubatrice, al fine di garantire il miglior sviluppo neurocognitivo a lungo termine per il piccolo guerriero.

Materiali e metodi

Strategia di ricerca

È stata condotta una revisione narrativa della letteratura utilizzando banche dati come PubMed, Scopus e Cochrane Library. La ricerca è stata effettuata valutando gli articoli pubblicati nel periodo 2001-2023. Sono stati utilizzati i seguenti termini MeSH e parole chiave: "environmental care", "preterm", "evidence-based practice", "newborn", "NICU", combinati con operatori booleani (AND, OR).

Scopo dello studio

Lo scopo di suddetta revisione mira a esplorare il ruolo dell'incubatrice come ambiente sensoriale, protettivo e terapeutico per il neonato prematuro, valutandone l'impatto sullo sviluppo neurocognitivo e sulla regolazione fisiologica.

Criteri di inclusione ed esclusione

Gli studi inclusi nella revisione soddisfacevano i seguenti criteri:

- studi pubblicati in lingua inglese;
- studi condotti nelle unità operative complesse di terapia intensiva neonatale;
- neonati pretermine dalle 23 alle 37 settimane di età gestazionale ricoverati nelle UOC di terapia intensiva neonatale;
- articoli che si riferissero ad intervallo temporale che andasse dagli anni 2000 ad oggi.

Sono stati esclusi:

- articoli senza accesso al testo completo;
- articoli antecedenti all'anno 2000;
- neonati con età gestazionale superiore alle 37 settimane o pazienti di altro genere.

Selezione degli studi

La fase di ricerca è stata completata e si è proceduto alla rimozione dei duplicati. Successivamente, è iniziato il processo di valutazione dell'idoneità degli studi identificati. Tre revisori indipendenti hanno esaminato i titoli e gli abstract per selezionare gli studi rilevanti ed è stata effettuata una lettura completa degli articoli per la valutazione finale dell'inclusione.

Tipi di studi analizzati

Gli studi analizzati sono stati: *reviews*, studio quantitativo descrittivo, descrittivo osservazionale di correlazione, metanalisi, revisione della letteratura, studio sperimentale, studio qualitativo, studio clinico controllato randomizzato.

Risultati

L'utero materno costituisce l'ambiente nel quale il feto si rifugia, in cui inizia lo sviluppo e il corpo della madre è l'ambiente naturale attraverso cui prosegue, anche dopo la nascita. La vita intrauterina è caratterizzata da un ambiente protetto che consente al feto di svilupparsi in un contesto relativamente stabile, dove i sistemi sensoriali cominciano a svilupparsi e interagire tra loro.

Nel grembo della madre il feto vive uno stato di tranquillità continua. È accompagnato dal dondolo del corpo della madre, dal battito cardiaco e dal pulsare dei vasi, dal fruscio dei visceri materni e dalla voce materna nei vari momenti della giornata. La luce è ridotta al semibuio, i suoni esterni filtrano ovattati attraverso la parete addominale della madre. Il movimento è favorito dal liquido amniotico che permette lo scivolamento di ogni segmento corporeo sull'altro. La forza di gravità è molto ridotta; le pareti morbide e avvolgenti dell'utero e la placenta contengono e accompagnano ogni movimento del capo, del tronco e degli arti. Il movimento raggiunge sempre un confine. Ogni parte del corpo è a contatto con altre parti del corpo e con le pareti dell'utero (Ferrari *et al.*, 2009).

Quando un neonato nasce prima del termine, viene esposto a stimoli non fisiologici che possono influenzare lo sviluppo sensoriale e cognitivo. Il cervello di un neonato prematuro si trova in un periodo di sviluppo tumultuoso e di vulnerabilità. Questi neonati vengono ricoverati in TIN e qui l'ambiente, ogni procedura assistenziale, ogni gesto di handling del neonato ha un effetto e lascia una traccia nel suo cervello (Colombo *et al.*, 2017).

L'incubatrice è il primo ambiente che cerca di colmare questo gap, ricreando, per quanto possibile, un ambiente sensoriale sicuro che favorisca la maturazione neurologica. L'incubatrice, in quanto ambiente protettivo e terapeutico, rappresenta una sorta di *continuum* che cerca di replicare il più possibile le condizioni intrauterine per favorire il benessere del neonato prematuro.

In TIN l'obiettivo di tutti gli operatori sanitari è creare e mantenere l'adeguatezza di questo ambiente affinché siano garantite al meglio le condizioni dello sviluppo neuropsicomotorio.

In questo contesto, un approccio neuroscientifico integrato risulta fondamentale

per la progettazione e la gestione delle cure neonatali intensive, tenendo conto di tutti i cinque sensi e dell'interazione tra stimoli ambientali e neuroplasticità.

Le esperienze sensoriali sono considerate essenziali per la maturazione del sistema nervoso centrale e per la relazione madre/bambino. Con la nascita prematura ci troviamo di fronte ad un essere ancora in divenire ma in grado di cogliere, anche se piccolissimo, le esperienze che l'ambiente extrauterino offre. Esperienze che spesso risultano essere eccessive e stressanti per il livello di maturazione del suo sistema nervoso centrale. Questo perché l'immatunità del piccolo pretermine lo rende sensibile, alla mercé delle informazioni ed incapace di difendersi. L'ambiente influenza lo sviluppo cerebrale in modi diversi ed in particolare attraverso gli organi di senso quali il tatto, l'equilibrio, l'olfatto, il gusto, l'udito e la vista.

Tatto

È la prima delle funzioni sensoriali che inizia a svilupparsi già dalla 7^a-8^a settimana di età gestazionale. Nel neonato il tatto rappresenta il canale privilegiato attraverso il quale conosce sé stesso, l'ambiente e i genitori. Studi dimostrano che il tatto stimola la produzione di ormoni benefici come l'ossitocina, che gioca un ruolo fondamentale nella regolazione del sistema nervoso (Bergman *et al.*, 2018).

Ciò viene favorito dagli operatori sanitari tramite il *Gentle Handling* (tocco gentile), il quale ha come scopo l'esecuzione di manipolazioni delicate, per cui gli interventi terapeutici e gli atti di cura routinaria vengono eseguiti nella maniera più delicata possibile, accompagnati da gesti e voci delicate e carezze durante e dopo la procedura. Gli infermieri sono soliti ricreare gli ambienti intrauterini in incubatrice tramite:

- il Nido, utile per ricreare l'ambiente contenitivo dell'utero. Si utilizzano soffici telini, asciugamani arrotolati o nidi preformati che vengono adagiati e adattati alle dimensioni nel neonato e dei suoi bisogni neuroevolutivi. Tale sistema consente di favorire nei piccoli il sonno e il rilassamento, per facilitare l'allineamento del capo verso la linea mediana, nonché la flessione dei quattro arti ed il loro contenimento verso il

corpo al fine di stabilizzarne la postura (Colombo *et al.*, 2017);

- il *Wrapping*, che consiste in un abbraccio, creato con un telino, che contiene il neonato e non lo fa sentire smarrito nello spazio. Tale procedura non gli permette di avere il tipico movimento a scatto degli arti che molte volte li spaventa o li fa svegliare, e consente, inoltre, di mantenere il calore, calmando e tranquillizzando, grazie al contenimento continuo (Modrcin-Talbott *et al.*, 2003);
- l' *Holding*, una modalità di contenimento offerta dalle mani ferme e dal corpo della persona curante, che può essere il genitore o l'operatore. Durante l' *Holding* le mani non sollecitano o strofinano, ma sostengono il neonato in maniera tale da tranquillizzarlo e fargli recuperare il suo equilibrio sempre così precario. Si instaura una relazione con il neonato basata sul tocco, sullo sguardo, sull'osservazione dei suoi comportamenti e sull'interpretazione dei segnali di stress. Questa tecnica deve essere utilizzata sempre, durante tutte le manovre assistenziali dagli operatori e non solo come consolazione finale (Sannino *et al.*, 2011);
- lo *Skin-to-Skin Contact* (SSC) con i genitori. È stato dichiarato dal dottor Schore che «le funzioni essenziali dell'emisfero destro del cervello, ovvero l'interdipendenza, la connessione sociale e la regolazione delle emozioni, emergono dalle prime esperienze di attaccamento». Tutte queste funzioni risiedono nell'amigdala, appartenente al sistema limbico, che gioca un ruolo fondamentale nelle emozioni e nella TIN; la presenza dei genitori, la loro vicinanza al bimbo e il contatto *skin-to-skin* sono di vitale importanza per creare legami emotivi. È necessario riconoscere che i genitori sono assistenti essenziali e devono avere accesso 24 ore su 24, 7 giorni su 7 al loro bambino in TIN ed è importante rendere loro partecipi alle cure, educarli e considerare il loro benessere di primaria importanza, in quanto parte del sistema dipendente genitore-prematuro. Il contatto pelle a pelle offre l'ambiente evolutivo previsto per lo sviluppo

e diviene una «protezione tampone del supporto degli adulti» (Bergaman, 2019), di cui hanno particolarmente bisogno i neonati pretermine. In questo contesto, SSC è un luogo di cura piuttosto che la cura stessa. Il contatto pelle a pelle ha aiutato i genitori a definire il loro ruolo di caregiver essenziali e ha fornito una sensazione fisica calmante che ha promosso i sentimenti di connessione dei genitori con i loro neonati. La TIN costituisce un'esperienza preziosa e stimolante per i genitori e migliora il legame precoce con i piccoli. Secondo uno studio condotto sui genitori di alcuni prematuri, dalla 28^a e 32^a settimana, ne è risultato che il contatto diretto pelle a pelle rappresenta un elemento positivo che ha il gusto, il sapore della normalità in un contesto di nascita prematura e destabilizzante come la TIN, traducendosi in sensazioni di sollievo e felicità in quel momento. Inoltre, alcune ricerche dimostrano l'SSC tra donne e prematuri nati tra le 25 e le 32 settimane di gestazione che è stato avviato direttamente nella sala parto piuttosto che più tardi nella TIN, ha ridotto il rischio di depressione postpartum precoce e migliorato la qualità dell'interazione madre-bambino. Il contatto pelle a pelle immediatamente o il prima possibile dopo la nascita è stato raccomandato per i neonati pretermine che necessitavano di terapia intensiva (Lilliesköld *et al.*, 2022), pertanto è consigliabile fortemente introdurla come pratica infermieristica di routine.

Olfatto

L'organo dell'olfatto è perfettamente completo a partire dalla 30^a settimana di età gestazionale ma, fin dalla 26^a-28^a settimana, nel neonato compare una risposta diversa ai differenti odori (gradevoli o sgradevoli). L'olfatto è uno dei sensi più sviluppati nel neonato e gioca un ruolo cruciale nel processo di attaccamento tra madre e bambino. Sebbene l'olfatto non sia sempre preso in considerazione nell'incubatrice, recenti ricerche hanno mostrato che l'esposizione agli odori materni favorisce la maturazione del sistema limbico e

migliora l'interazione sociale. L'odore del latte materno e dei fluidi corporei materni è riconosciuto dai neonati prematuri e contribuisce a calmare il neonato e promuovere la sensazione di sicurezza (Boccia *et al.*, 2017). Creare un ambiente olfattivo che simuli l'odore materno può essere una strategia efficace per favorire il benessere psicologico del neonato in terapia intensiva neonatale.

Nell'UOC di neonatologia del Policlinico di Bari giungono spesso doni da parte delle associazioni che hanno come obiettivo quello di divulgare gli effetti positivi della *Octopus Therapy*. Tale terapia nasce nel 2013 nell'ospedale universitario di Arhus, in Danimarca, e ha lo scopo di calmare il neonato. Solitamente viene chiesto ai genitori di tenere a stretto contatto con la loro pelle questi polpi, realizzati in cotone, con lo scopo di conservare e trasportare l'odore intenso ed unico del genitore e la sua stessa tenerezza. Stringendo i tentacoli di questi piccoli amici, i neonati non solo mostrano un miglioramento nella respirazione, ma anche una regolarizzazione del battito cardiaco e il livello di ossigeno nel sangue aumenta. Questa pratica riduce inoltre la probabilità che i neonati tirino tubi e cavi collegati a loro nelle incubatrici. Questa scoperta sottolinea l'importanza del contatto fisico e della stimolazione sensoriale per il benessere dei neonati in terapia intensiva. I piccoli tentacoli ricordano il cordone ombelicale, il primissimo legame mamma-bambino in utero, e interagendo con essi, la respirazione e il battito dei piccoli diventa più regolare. Tale terapia non ha effetti benefici solo sul neonato, ma anche dei genitori che cominciano a sentirsi parte integrante del processo di cura per il loro piccolo.

Gusto

Le prime esperienze gustative avvengono molto precocemente, verso la 20^a settimana di età gestazionale, e permettono al feto di riconoscere i sapori del liquido materno ed imparare così il gusto dei cibi che la madre assume e che riconoscerà anche nel latte materno. Nel neonato pretermine tra la 26^a/28^a settimana si può osservare una prima risposta ai diversi sapori e le preferenze per il sapore del latte materno.

Nell'incubatrice, il gusto è meno frequentemente preso in considerazione, ma alcuni

studi suggeriscono che la somministrazione di piccole quantità di zucchero o latte materno attraverso il sondino gastrico può attivare circuiti cerebrali legati al piacere e migliorare la risposta fisiologica e psicologica del neonato (Sullivan *et al.*, 2019). La stimolazione gustativa, insieme alla suzione, stimola l'interazione tra il sistema nervoso centrale e il sistema digestivo, aiutando il neonato prematuro a sviluppare risposte adattative.

Il latte materno ha numerosi altri benefici per il neonato tra cui:

- protezione immunitaria poiché ricco di immunoglobuline IgA, essenziali per i neonati prematuri, i quali possiedono un sistema immunitario ancora immaturo (Alebiosu *et al.*, 2021);
- supporto allo sviluppo gastrointestinale: la sua composizione unica favorisce la crescita e la riparazione della mucosa intestinale e aiuta a prevenire malattie come la enterocolite necrotizzante (NEC), una condizione grave che colpisce frequentemente i neonati prematuri (Sudhakar *et al.*, 2018);
- sostegno alla crescita e al miglioramento ponderale: il latte materno è facilmente digeribile e ben tollerato dai neonati prematuri. La sua alta densità di nutrienti favorisce una crescita più rapida e un miglior sviluppo ponderale rispetto ai neonati che ricevono formula artificiale (Schanler *et al.*, 2018). Inoltre, il latte materno contiene acidi grassi essenziali e DHA (acido docosaesaenoico), che sono fondamentali per lo sviluppo del cervello e della retina.

Vista

La vista è la funzione sensoriale che si sviluppa più tardivamente. Ma, a partire dalla 30^a/32^a settimana di età gestazionale, il piccolo può iniziare a guardare e a riconoscere il viso dei genitori e, successivamente, a seguirlo con lo sguardo.

Nel periodo intrauterino, il neonato è esposto a stimoli visivi limitati, principalmente percependo luci filtrate dalle pareti uterine. Tuttavia, dopo la nascita pretermine, l'esposizione improvvisa e spesso eccessiva alla luce può avere effetti negativi sullo sviluppo neurologico e sul benessere del neonato. Di conse-

guenza, la gestione della luce nell'incubatrice è cruciale. Recenti studi hanno evidenziato l'importanza di minimizzare l'esposizione alla luce intensa nelle prime settimane di vita per evitare danni al sistema visivo e migliorare la regolazione dei ritmi circadiani. La stimolazione visiva, seppur moderata, favorisce la maturazione delle aree corticali visive (Mori *et al.*, 2021). Tecniche come l'utilizzo di luci a bassa intensità e il controllo della durata dell'esposizione alla luce sono pratiche raccomandate. Le strategie utili a misura di neonato da mettere in atto sono:

- utilizzare illuminazione ambientale indiretta;
- utilizzare luce a "spot" durante le procedure assistenziali;
- abbassare le tapparelle alle finestre per creare luce soffusa;
- dotare le incubatrici di "coprincubatrice" di colore (rivestita di scuro nella parte interna) e di consistenza tale che ripari completamente il neonato dalla luce nel caso venisse accesa;
- ridurre la luce all'altezza del viso per i bambini nei lettini (ad esempio porre un telino sopra il lettino che copra la testa del bimbo e garantisca il passaggio dell'aria) (Colombo *et al.* 2017).

Udito

Per quanto riguarda l'udito, le strutture anatomiche periferiche sono sviluppate già dalla 22^a settimana di gestazione e, a partire dalla 24^a-25^a settimana, emergono reazioni comportamentali e fisiologiche, come il battito delle palpebre o il sobbalzo in risposta a cambiamenti improvvisi del suono (Costa, Calado, 2019).

La voce della mamma, in particolare, stimola le sue emozioni, i suoi processi cognitivi, il senso di sicurezza e di fiducia. Studi dimostrano che i feti intorno alla 33^a-34^a settimana di gestazione distinguono la voce della madre da una voce femminile sconosciuta e dai suoni puri e queste distinzioni possono essere osservate tramite risonanza magnetica funzionale (fMRI) come differenze nell'attività cerebrale nei centri uditivi situati nel lobo temporale. Nello studio sperimentale di Webb *et al.* è stato osservato come l'esposizione alla voce e al battito cardiaco della madre influen-

za la plasticità uditiva nel cervello dei neonati prematuri. La corteccia uditiva è più adattabile ai suoni materni simili a quelli dell'utero che al rumore ambientale, è stato dimostrato che la percezione periodica del battito cardiaco materno a bassa frequenza nell'utero fornisce al feto un'importante esperienza ritmica che probabilmente stabilisce la base neurale per l'allenamento uditivo e fornisce le capacità di sincronia necessarie per la comunicazione vocale, gestuale e dello sguardo durante le interazioni madre-bambino (Webb *et al.*, 2015).

Al contrario stimoli uditivi troppo intensi ed eccessivi provocano agitazione e allarme. Le esperienze uditive andranno ad influenzare lo sviluppo dell'attenzione e l'organizzazione del futuro linguaggio.

Nella valutazione dell'ambiente acustico, è importante considerare che la TIN e l'incubatrice funzionano come un sistema. Un aspetto che deve sempre essere considerato nella gestione del rumore durante l'assistenza neonatale è che, nelle TIN, i neonati sono esposti a rumori di impatto, che provocano disorganizzazione della loro condizione fisiologica, e a rumori continui, che impediscono il loro recupero. Gli specialisti considerano quest'ultimo aspetto come fenomeno della *habituation*, definito come la capacità di ridurre le risposte comportamentali a stimoli ripetitivi, consentendo un minor dispendio energetico o una maggiore possibilità di continuare a dormire. Tuttavia, quando gli stimoli ambientali sono molto intensi e continui, il processo di *habituation* viene compromesso e il neonato continua a reagire agli stimoli fino a esaurirsi (Pinheiro, Guinsburg, Nabuco, Kakehashi, 2011).

Per prevenire il rumore è opportuni mettere in atto diverse strategie:

- da parte degli operatori: parlando a bassa voce nelle stanze di degenza sia tra gli operatori, sia con i genitori e con i bambini; durante il giro visita, comunicarsi le "consegne" non in prossimità dei bambini; utilizzare l'allarme wireless ("suona" nella tasca dell'infermiere, lontano dal neonato);
- nella stanza di degenza: disporre lontano dalle incubatrici apparecchi telefonici, lavandini, frigoriferi ecc., ridurre il volume delle suonerie dei telefoni, evitare l'utilizzo di radio, abbassare il volume degli allarmi dei monitor, si-

lenziare il prima possibile gli allarmi dei monitor dotare i rubinetti di "diffusori del getto d'acqua" aprire/chiedere delicatamente armadietti, cassetti, frigoriferi, aprire e chiudere piano le porte, maneggiare con delicatezza carrelli per l'urgenza, ecografi, bilance, ecc., spostare delicatamente sedie e poltrone, rinnovare con delicatezza i contenitori del "materiale sporco", abolire l'uso personale dei cellulari;

- nell'incubatrice: evitare che si formi condensa nei tubi dei supporti ventilatori, aprire/chiedere delicatamente gli oblò delle incubatrici, evitare di appoggiare materiale sulla parte superiore dell'incubatrice, evitare di toccare "accidentalmente" incubatrici, aprire le confezioni di materiale per l'assistenza con le forbici e non a strappo, riporre e appoggiare con delicatezza il materiale ad uso del singolo bambino (Colombo *et al.*, 2017).

Queste caratteristiche contribuiscono a sostenere la tesi per cui le TIN sono spesso descritte come ambienti inospitali, con molteplici stimoli che possono essere dannosi e avere un effetto negativo sul sonno dei neonati pretermine (Orsi *et al.*, 2017).

Esistono dispositivi e sistemi non farmacologici, non invasivi, intuitivi e facili da usare, che interferiscono al minimo nelle procedure mediche quotidiane. Questi dispositivi possono essere utilizzati in modo sicuro e pratico per attenuare l'assenza materna.

A causa dell'imaturità del sistema nervoso, le difficoltà nella suzione accompagnano l'infanzia dei nati pretermine. Spesso i bambini sono scoordinati, mostrano difficoltà nell'alternare suzione, deglutizione e movimenti respiratori e impiegano molto tempo per padroneggiarli. Queste difficoltà di tipo oro-motorio ostacolano la crescita, aumentano i tempi di ospedalizzazione, i rientri e aumentano i livelli di stress di neonati e genitori.

Il *Musical Lullaby* è un dispositivo medico utilizzato durante le sessioni di musicoterapia in TIN che riproduce la voce della madre. È stato creato nel 2000 dalla dottoressa Jayne Standley, professoressa di musicoterapia presso l'Università della Florida, con l'obiettivo di insegnare ai neonati prematuri a coordinare le loro abilità oro-motorie, rafforzando i muscoli della bocca e della gola, per consentire

loro di alimentarsi adeguatamente, sia al seno che al biberon.

Il dispositivo ergonomico, leggero e dotato di un sensore, è collegato tramite un cavo a un altoparlante. L'altoparlante dispone di uno schermo LCD che consente al personale e ai genitori di monitorare i progressi e selezionare le modalità di riproduzione; viene poi posizionato all'interno della culla termica sopra la testa o accanto al neonato. Quando il bambino succhia correttamente, il sensore del succhiotto invia un segnale all'altoparlante, che premia il suo sforzo riproducendo una ninna nanna precedentemente registrata dalla madre. Durante le sessioni sono stati registrati dati relativi al tempo, alla qualità e alla quantità del succhiamento, ai livelli di cortisolo salivare e ai parametri di crescita.

Nel 2013, l'ingegnere cileno dottor C. Anabalón, insieme ad alcuni neonatologi, ha studiato una soluzione sicura per recuperare il fondamentale legame con la madre, imitando la marsupioterapia e permettendo al neonato prematuro di sentirsi al sicuro, come se fosse appoggiato contro il ventre materno, confortato da suoni familiari. Questo sistema si chiama Babybe® ("Be with my baby") (© Natus Medical Incorporated, 2020, Pleasanton, CA, USA) e, tramite un materassino in gel posto nella culla, è in grado di trasmettere al neonato il battito cardiaco e la respirazione materna.

La voce della madre, parlata, cantata o letta, può essere trasmessa al materassino tramite uno smartphone o un dispositivo mp3 collegato a un modulo di controllo esterno alla culla termica. In questo modo, nei casi inevitabili di separazione dai genitori, i neonati prematuri possono avere la sensazione della loro presenza. La procedura è centrata sulla famiglia, poiché coinvolge i genitori, in particolare la madre, che riacquista il suo ruolo ristabilendo il legame con il proprio bambino.

Questi esempi di *devices* sfruttano la saturazione sensoriale con lo scopo di distrarre e confortare il neonato. In altre parole, si tratta un neonato prematuro come se fosse un bambino "grande" quando subisce un trauma, rassicurandolo prima, distraendolo durante e confortandolo dopo la procedura. L'utilizzo di questi strumenti permette di attirare l'attenzione del neonato attraverso stimoli multisensoriali positivi, evitando il contatto fisico non strettamente necessario e agendo come una sorta di filtro capace di ridurre o escludere gli input di disagio e dolore (Vitale *et al.*, 2021).

Numerose ricerche hanno dimostrato che la musica riduce lo stress, abbassa la frequenza cardiaca, aumenta la saturazione di ossigeno e favorisce la crescita nei neonati pretermine; in un trial controllato randomizzato (RCT) è stato dimostrato come la musica di Mozart, ricca di alte frequenze, contribuisce a fornire energia al cervello, contrariamente a quanto accade con i suoni di bassa frequenza, che sottraggono energia al cervello (Lubetzky *et al.*, 2010).

Discussione

L'incubatrice rappresenta un ambiente fondamentale per la crescita e lo sviluppo dei neonati prematuri, fungendo da ponte tra la vita intrauterina e quella extrauterina. Tuttavia, la sua capacità di replicare fedelmente le condizioni dell'utero materno rimane una sfida, considerando le complesse interazioni sensoriali ed emotive che caratterizzano il periodo gestazionale. La letteratura analizzata ha evidenziato l'importanza di strategie assistenziali mirate a ridurre lo stress neonatale e a favorire un ambiente sensorialmente adeguato per il corretto sviluppo neurocognitivo.

Uno degli aspetti fondamentali è la gestione degli stimoli sensoriali. L'analisi delle evidenze neuroscientifiche conferma che la maturazione del sistema nervoso centrale è profondamente influenzata dagli input ambientali. Le strategie di *Gentle Handling*, l'uso del Nido, del *Wrapping* e dell'*Holding* sono tecniche consolidate per ridurre l'ipersensibilità tattile e favorire un contenimento simile a quello intrauterino. Inoltre, il contatto pelle a pelle (*Skin-to-Skin Contact*) si è rivelato un intervento chiave per la stabilizzazione fisiologica e la promozione del legame genitoriale, sottolineando la necessità di un coinvolgimento attivo della famiglia nel percorso di cura.

Per quanto riguarda l'olfatto, l'esposizione agli odori materni è risultata determinante per il benessere del neonato, suggerendo l'importanza di pratiche che facilitino questa esperienza, come l'uso della *Octopus Therapy*. Analogamente, la stimolazione gustativa con latte materno ha mostrato benefici non solo nutrizionali, ma anche neurocognitivi, evidenziando il ruolo dell'allattamento come intervento terapeutico essenziale per la maturazione del sistema digestivo e la regolazione dello stress.

L'ambiente visivo e uditivo all'interno della TIN rappresenta un'altra area critica. L'esposizione prolungata a luci intense e suoni eccessivi può compromettere lo sviluppo neurocognitivo e disturbare il ritmo circadiano del neonato. Le strategie di modulazione della luce e del rumore, come l'uso di coperture per le incubatrici e la riduzione dei suoni ambientali, sono strumenti indispensabili per mitigare questi effetti negativi. Inoltre, l'esposizione alla voce materna si è rivelata un potente stimolo per la maturazione cerebrale, suggerendo l'implementazione di dispositivi come il *Musical Lullaby* e il sistema Babybe® per mantenere un legame acustico con i genitori anche in condizioni di separazione.

Alla luce delle evidenze esaminate, emerge chiaramente il ruolo centrale dell'infermiere neonatologico nella creazione di un ambiente terapeutico che rispecchi il più possibile le condizioni intrauterine. L'integrazione di approcci multisensoriali e di tecniche basate sulla neuroscienza non solo migliora la qualità delle cure, ma favorisce anche esiti neuroevolutivi ottimali. È quindi fondamentale continuare a promuovere una cultura assistenziale orientata al benessere globale del neonato prematuro, con un'attenzione particolare alla formazione del personale e al coinvolgimento attivo della famiglia nella gestione delle cure neonatali.

Conclusioni

Si può concludere che per garantire il mantenimento e lo sviluppo dei cinque sensi in incubatrice così come accadrebbe in utero sia necessario:

- implementare programmi di formazione continua per gli infermieri delle unità di terapia intensiva neonatale al fine di migliorare le loro conoscenze e pratiche in merito all'assistenza di supporto allo sviluppo, all'ambiente terapeutico e alla cura infermieristica raggruppata;
- formazione sul campo per gli infermieri neonatali riguardante l'applicazione dell'ambiente terapeutico e della cura infermieristica;
- progettazione di un manuale di procedure sull'assistenza di supporto allo sviluppo per neonati prematuri e con

basso peso alla nascita nelle TIN, basata sulle linee guida di una pratica basata sull'evidenza così da standardizzare le cure (Hendy, Saad Alsharkawy, Saied El-Nagger, 2023).

Riferimenti bibliografici

- Alebiosu C.O. et al. (2021), *The Immunological Benefits of Breast Milk for Premature Infants: A Review*, «Journal of Perinatal Medicine», 49(6), pp. 711-719.
- Altmier L., Phillips R. (2018), *Neuroprotective Care of Extremely Preterm Infants in the First 72 Hours After Birth*, «Critical Care Nursing Clinics», 30(4), pp. 563-583.
- Bergman N., Linley L., Fawcus S. (2018), *The Effect of Early Skin-To-Skin Contact on the Mental Development of Term Infants*, «Acta Paediatrica», 107(9), pp. 1474-1479.
- Boccia M.L., D'Amato F.R., Schettino I. (2017), *Maternal Odors and Neonatal Behavior: A Review*, «Frontiers in Psychology», 8, p. 915.
- Colombo G., Chiarandotto V., Cavicchioli P. (a cura di) (2017), *Con ragione e sentimento. Le cure neonatali a sostegno dello sviluppo*, 2ª ed., Biomedica, Milano.
- Costa M., Calado G. (2019), *Therapeutic Environment and Premature newborns Development: An Integrative Literature Review*, «RIASE», 5(3); 1872-1888.
- Ferrari F., Bertocelli N., Roversi M.F., Lugli L., Pugliese M., Berardi A., Gallo C. (2009), *"Nest" Improves Movements of Preterm Infants [Il "nido" migliora il movimento del neonato pretermine]*, «Medico e Bambino», 28(1), pp. 27-33.
- Flacking R., Lehtonen L., Thomson G. et al. (2012), *Cloveness and Separation in Neonatal Intensive Care*, «Acta Paediatrica», 101(10), pp. 1032-1037, Oslo.
- Hendy A., Saad Alsharkawy S., Saied El-Nagger N. (2023), *Nurses' Performance About Creating Healing Environment and Clustering Nursing Care for Premature Infants*, «Egyptian Journal of Health Care», 14(2), pp. 148-158.
- Knudsen K., McGill G., Waitzman K.A., Powell J., Carlson M., Shaffer G., Morris M., Collaboration to Improve Neuroprotection and Neuropromotion in the NICU (2021), *Team Education and Family Engagement*, «Neonatal Network», 40(4).
- Lilliesköld S., Zwedberg S., Linnér A., Jonas W. (2022), *Parents' Experiences of Immediate Skin-To-Skin Contact After the Birth of Their Very Preterm Neonates*, «Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing», 51(1), pp. 53-64.
- Lubetzky R., Mimouni F.B., Dollberg S., Reifen R., Ashbel G., Mandel D. (2010), *Effect of Music by Mozart on Energy Expenditure in Growing Preterm Infants*, «Pediatrics», 125(1), pp. e24-e28.
- Modrcin-Talbot M., Harrison L.L., Groer M., Yonger M.S. (2003), *The Biobehavioral Effects of Gentle Human Touch on Preterm Infants*, «Nursing Science Quarterly», 16(1), pp. 60-67.
- Mori K., Ohashi N., Kubo M. (2021), *Effects of Visual Stimulation on Premature Infants in the Neonatal Intensive Care Unit*, «Neonatology», 118(3), pp. 255-262.
- Orsi K.C.S.C., Avena M.J., Pradella-Hallinan M.L.C., Pedreira M.D.L.G., Tsunemi M.H., Avelar A.F.M., Pinhei-

- ro E.M. (2017), *Effects of Handling and Environment on Preterm Newborns Sleeping in Incubators*, «Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing», 46(2), pp. 238-247.
- Pinheiro E.M., Guinsburg R., Nabuco M.A.D.A., Kakehashi T.Y. (2011), *Noise at the Neonatal Intensive Care Unit and Inside the Incubator*, «Revista Latino-Americana de Enfermagem», 19, pp. 1214-1221.
- Colombo G. (a cura di) (2011), *Con ragione e sentimento – Le cure neonatali a sostegno dello sviluppo*, Bio-media, Milano.
- Schanler R.J. et al. (2018), *Feeding Strategies for Preterm Infants: Evidence-Based Recommendations*, «Pediatrics», 142(6), e20182375.
- Sudhakar A. et al. (2018), *Impact of Human Milk on the Incidence of Necrotizing Enterocolitis in Preterm Infants*, «Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition», 66(5), pp. 756-762.
- Sullivan M.P., Barr R.G., Ma S. (2019), *The Role of Oral Stimulation in Preterm Infants: Effects on Developmental Outcomes*, «Journal of Perinatology», 39(2), pp. 145-151.
- Vitale F.M., Chirico G., Lentini C. (2021), *Sensory Stimulation in the NICU Environment: Devices, Systems, and Procedures to Protect and Stimulate Premature Babies*, «Children», 8(5), 334.
- Webb A.R., Heller H.T., Benson C.B., Lahav A. (2015), *Mother's Voice and Heartbeat Sounds Elicit Auditory Plasticity in the Human Brain Before Full Gestation*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 112(10), pp. 3152-3157.